Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der schalentragenden Foraminiferen.

(Mit 1 Tabelle.)

Von dem c. M. M. Neumayr.

1. Bisherige Eintheilung der Foraminiferen.

Bekanntlich hat die Gruppirung der Foraminiferen von jeher ausserordentliche Schwierigkeiten geboten, und man hat nach sehr verschiedenen Methoden die gegenseitigen Verwandtschaftsverhältnisse festzustellen versucht. Die hauptsächlichsten Arbeiten in dieser Hinsicht sind allgemein bekannt, und erst in neuerer Zeit von Brady[1] in seinem grossen Werke über die von der Challengerexpedition erbeuteten Foraminiferen übersichtlich zusammengestellt worden. Es ist daher nicht nothwendig, diesen Gegenstand eingehend zu besprechen; wir werden uns mit den früheren Eintheilungen nur so weit befassen, als das zum Verständnisse des Weiteren nothwendig ist.

Dass die älteren Classificationen von d'Orbigny und Max Schultze, welche nur die äusseren Formverhältnisse berücksichtigen, den natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen nicht entsprechen, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung. Die Anbahnung einer anderen Auffassung durch Berücksichtigung der Schalenstructur ist hauptsächlich das Verdienst von Reuss, sowie der englischen Mikroskopiker und in erster Linie von W. B. Carpenter. Reuss[2] gab auf dieser neuen Grundlage im Jahre 1861 eine Eintheilung der Foraminiferen, in welcher er zunächst poröse

---

[1] Brady, Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger. Report on the scientific results of the .....Challenger. Bd. IX.

[2] Reuss, Entwurf einer systematischen Zusammenstellung der Foraminiferen. Diese Sitzungsberichte 1861, Bd. XLIV, S. 35.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und compactschalige Typen, innerhalb der letzteren sandschalige und kalkschalige Formen trennte, und engere Familien nach den Einzelheiten der Structur und der äusseren Form unterschied. Diese Gruppirung bezeichnet einen ganz ausserordentlichen Fortschritt, der aber von den meisten späteren Forschern auf diesem Gebiete nicht hinreichend gewürdigt zu sein scheint, und bietet namentlich in der Beachtung der äusseren Form und der Zusammensetzung der Schale Vorzüge, die den Versuchen der nächsten Nachfolger fehlen.

Ein Jahr später erschien in dem für den Schalenbau der Foraminiferen grundlegenden Werke von Carpenter, Jones und Parker[1] eine andere Eintheilung, welche in manchen Hauptpunkten mit derjenigen von Reuss übereinstimmt, aber es werden überhaupt nur fünf Gruppen unterschieden, die nun so vag und unbestimmt ausfallen, dass von einer Charakterisirung bei einem grossen Theile derselben gar keine Rede sein kann und in Folge des übertriebenen Umfanges die Abgrenzung nur um so schwankender wird. Der Zusammensetzung und Form der Schalen wird fast gar keine Rechnung getragen.

In den nun folgenden allgemeineren Arbeiten herrscht die Carpenter'sche Eintheilung ziemlich unumschränkt, es wurden aber einige Verbesserungen angebracht und die Gruppen etwas vermehrt; ganz andere Wege schlug erst C. Schwager in seinem im Jahre 1877 erschienenen Aufsatze[2] ein, welcher eine sehr entschiedene Reaction gegen die herrschende Methode darstellt. Dieser ausgezeichnete Kenner gesteht nicht nur der Zusammensetzung der Schale wieder grössere Bedeutung zu, sondern er berücksichtigt auch die Gestalt des Gehäuses in sehr weitgehendem Masse, so dass er nur die vier Hauptgruppen nach Zusammensetzung und Structur abgrenzt, innerhalb dieser aber die weitere Anordnung nur nach der äusseren Form vornimmt. In dieser letzteren Beziehung scheint mir dieser Versuch etwas zu weit zu gehen und, wie Brady hervorhebt, Verwandtes ausein-

---

[1] W. B. Carpenter, W. Parker und Rupert Jones, Introduction to the study of Foraminifera. London. Ray society, 1862.

[2] C. Schwager, Saggio di Classificazione dei Foraminiferi, avuto riguardo alle loro famiglie naturali. Bolletino del comitato geologico d'Italia, 1876, 11, 12; 1877, 1, 2.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ander zu reissen und Verschiedenartiges zu vereinigen.[1] Dagegen enthält derselbe einen grossen Vorzug, indem der Verfasser zum ersten Male untersucht, ob denn die höchst organisirten Schalen, mit Zwischenskelet und entwickeltem Canalsystem, die man bisher stets als eine zusammengehörige Gruppe behandelt hatte, in Wirklichkeit mit einander verwandt sind, oder ob man nicht nur die obersten Glieder sehr verschiedener Reihen zusammenfasst. In dem Streben, die einzelnen Reihen auseinander zu halten, schliesst sich die vorliegende Arbeit an diejenige von Schwager an, wenn auch die Wege, dieses Ziel zu erreichen, vielfach verschiedene sind.

Die neueste Eintheilung der Foraminiferen verdanken wir Brady, welcher die ganze Menge der Formen in zehn Familien bringt und innerhalb derselben wieder Unterfamilien unterscheidet; die Mehrzahl der Abschnitte, welche dieser erfahrene Forscher aufstellt, entsprechen gut oder wenigstens annähernd genau natürlichen Gruppen, wenn auch in manchen Punkten Abweichungen nothwendig sind; es ist jedoch kein befriedigender Versuch gemacht, die verwandtschaftlichen Beziehungen der Hauptfamilien zu einander zu klären, oder die von Schwager gegebene Anregung weiter zu verfolgen. Jedenfalls aber stellt Brady's Eintheilung den praktisch brauchbarsten und in den Einzelheiten richtigsten Classificationsversuch dar, den wir bis heute haben.

Da ich mich fortwährend auf diese Eintheilung berufen und deren Namen verwenden werde, so muss ich dieselbe hier kurz wiedergeben und die wesentlichsten Abweichungen hervorheben, welche in der Umgrenzung der Abschnitte nothwendig sind.

I. Gromiden.[3]

II. Milioliden. 1. Nubecularinen. 2. Miliolininen. 3. Hauerininen. 4. Peneroplidinen. 5. Alveolininen. 6. Keramosphaerinen.

Bemerkungen. Die Nubecularinen sind eine unbedeutende Untergruppe von Formen, die durch Festwachsung stark verändert

---

[1] Brady, l. c. S. 57.

[2] Brady, l. c. S. 60.

[3] Die Gromiden, deren chitinöse Hülle fossil nicht erhaltungsfähig ist, müssen hier natürlich ebenso wie alle nackten Formen unberücksichtigt bleiben.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sind und keinesfalls an die Spitze der ganzen Abtheilung gestellt werden dürfen. Die Hauerininen bilden eine durchaus unnatürliche Gruppe, in welche man einerseit Übergänge zwischen Cornuspirinen (s. unten) und Miliolininen (*Ophthalmidium, Planispirina*), andererseits Formen gestellt hat, welche von den Miliolininen zu den Peneroplidinen hinüberführen (*Vertebralina, Hauerina*). *Cornuspira* muss von den anderen Peneroplidinen getrennt und als Typus einer selbstständigen Unterfamilie an die Spitze der Milioliden gestellt werden. Die Stellung der Keramosphaerinen ist noch durchaus unsicher.

III. Astrorhiziden. 1. Astrorhizinen. 2. Pilulininen. 3. Saccammininen. 4. Rhabdammininen.

IV. Lituoliden. 1. Lituolinen. 2. Trochammininen. 3. Endothyrinen. 4. Loftusinen.

Bemerkungen. Die Gruppirung dieser Formen in Unterfamilien muss umgestaltet werden. *Trochammina* stellt, wie Bütschli bemerkt, eine Ansammlung sehr verschiedenartiger Dinge dar. Die Foraminiferennatur von *Parkeria* und *Loftusia* ist noch zweifelhaft.

V. Textilariden. 1. Textilarinen. 2. Bulimininen. 3. Cassidulininen.

Bemerkungen. Es erscheint nicht consequent, die kieseligen und sandigen Textilarinen vereinigt zu lassen, wenn man z. B. Nodosinella von Nodosaria trennt und zu den Lituoliden stellt.

VI. Chilostomelliden.

VII. Lageniden. 1. Lageninen. 2. Nodosarinen. 3. Polymorphininen. 4. Ramulininen.

VIII. Globigeriniden.

Bemerkungen. Die Gattung *Sphaeroidina*, welche diese Abtheilung mit den Polystomelliden verbindet, wird wohl besser bei den letzteren untergebracht.

IX. Rotaliden. 1. Spirillininen. 2. Rotalinen. 3. Tinoporinen.

Bemerkungen. *Spirillina* muss ausgeschieden werden, sie bildet mit *Involutina* und *Problematina* eine ganz selbstständige Familie. Die angeblich durch *Patellina* vermittelte nahe Verwandtschaft zwischen *Spirillina* und den Rotaliden lässt sich nicht nachweisen, da die erstere Gattung so überaus wenig bekannt und

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

das Wenige, was man von deren Bau weiss, so ganz abweichend ist, dass man weder eine nahe Beziehung zu den Spirillinen noch zu den Rotaliden behaupten kann. *Patellina* ist ein durchaus isolirter Typus, dessen Stellung ganz zweifelhaft ist.

X. Nummulitiden. 1. Fusulininen. 2. Polystomellinen. 3. Nummulitinen. 4. Cycloclypeinen. 5. Eozooninen.

Bemerkungen. Abgesehen von *Eozoon*, dessen Zugehörigkeit zu den Foraminiferen sich kaum mehr halten lassen dürfte, umschliesst die Abtheilung der Nummulitiden, wie sie hier gefasst wird, mehrere ganz heterogene Elemente. Die Fusulinen haben mit den anderen hier genannten Gruppen nichts zu thun; ebenso müssen *Nonionina* und *Polystomella* als selbstständige Familie betrachtet werden, die mit *Endothyra* und mit den *Globigeriniden* am nächsten verwandt ist. *Nummulites* und *Operculina* (Nummulitiden im engeren Sinne) sind unter einander innig verwandt, zeigen aber keine zweifellosen Beziehungen zu den anderen hieher gerechneten Typen, und dasselbe gilt für *Cycloclypeus* und *Orbitoides*, die complicirtesten Schalen, welche unter Foraminiferen überhaupt auftreten.

In den wesentlichsten Zügen wurden die Abweichungen von der Brady'schen Eintheilung in Familien und Unterfamilien dargelegt, um von vorneherein festzustellen, was auf den folgenden Seiten unter den einzelnen Namen verstanden wird. Ein Vorwurf gegen das System von Brady ist darin nicht gelegen, es ist im Gegentheile die Verschiedenheit die natürliche Folge des Umstandes, dass ich von einem wesentlich anderen Gesichtspunkte an die Frage herantrete. Ich glaube im Gegentheile die grosse Brauchbarkeit dieser Classification dadurch zu bekunden, dass ich sie zum Ausgangspunkte meiner Auseinandersetzungen wähle. Ganz besonders möchte ich hervorheben, dass die Feststellung der Familie der Astrorhiziden durch Brady einen sehr bedeutenden Fortschritt darstellt.

2. Das Verhältniss der agglutinirenden zu den kalkschaligen Foraminiferen.

Der Kernpunkt einer richtigen Auffassung der Verwandtschaftsverhältnisse der einzelnen Foraminiferengruppen zu ein-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ander scheint mir in der richtigen Beurtheilung der agglutinirenden Typen gelegen; es lässt sich dabei nicht leugnen, dass in dieser Beziehung die Behandlung häufig eine für verschiedene Gruppen sehr ungleiche und unconsequente ist, und das gilt namentlich von den neueren Arbeiten in dieser Beziehung. Es ist eine auffallende Erscheinung, dass die meisten Gestalten der kalkschaligen Foraminiferen unter den sandschaligen in Parallelformen oder „isomorphen" Typen auftreten, und stellenweise vereinigt man beide in eine Familie (Textilariden), stellenweise dagegen verbindet man verschieden aussehende kieselschalige Formen in eine Familie (Lituoliden) und trennt sie von den ihnen ähnlichen Kalkschalen.

Natürlich lässt es sich von vorneherein nicht entscheiden, ob dieses Verfahren berechtigt ist oder nicht, wir müssen zunächst die einzelnen Fälle etwas näher ins Auge fassen und wenden uns zunächst zu den Formen mit compacter, nicht poröser Kalkschale. Unter diesen (*Imperforata calcarea*, Familie der Milioliden im weiteren Sinne) gibt es einige Abtheilungen, zu denen wir keine sandigen Paralleltypen kennen, und zwar gilt das von den Peneroplidinen und den Alveolininen, d. h. von den hoch organisirten Schalen, während bei den einfacheren, weniger differenzirten Vertretern nahe Beziehungen zu den agglutinirenden Typen vorhanden sind.

In erster Linie gilt das von *Cornuspira*, der ungekammerten einfachen Spiralform, über deren Bedeutung als Ausgangspunkt der ganzen Abtheilung der Milioliden kein Zweifel bestehen kann; diese wichtige Grundform steht mit dem sandigen *Ammodiscus* in allerinnigster Beziehung, es lässt sich überhaupt ausser der Zusammensetzung kein wie immer gearteter Unterschied zwischen beiden angeben. Es ist dies Verhalten darum von besonderer Bedeutung, weil sich noch eine dritte, durchaus isomorphe Gattung findet, nämlich *Spirillina* unter den porösen Foraminiferen.

Sehr eigenthümlich gestalten sich die Verhältnisse bei den Miliolen im engeren Sinne, bei *Spiroloculina, Triloculina, Quinqueloculina* u. s. w.; die meisten Angehörigen dieser Gattungen haben normale Kalkschalen; in brakischem Wasser aber verlieren die Schalen den Kalk und sie bestehen aus Chitin oder aus Sand-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

körnern, welche durch chitinöse Substanz verkittet werden. In der Tiefsee ist bisweilen statt des Kalkes ein dünner kieseliger Überzug vorhanden. Manche Formen nehmen in ihre Kalkschale Sandkörner auf, diese werden so massenhaft, dass die Schale äusserlich ganz sandig erscheint, aber es ist innen noch ein Beleg von porzellanartigem Kalk vorhanden;[1] endlich aber gibt es Formen mit der charakteristischen Schalengestalt der Miliolinen, die sich von den eben erwähnten nur durch das Fehlen des inneren Kalkbeleges unterscheiden, also rein sandige Miliolinen sind, die aber sonderbarerweise in der Regel zu den Lituoliden gestellt werden, und hier als miliolidiforme Arten der Gattung *Trochammina* figuriren, einer Sippe, die überhaupt die verschiedenartigsten Dinge umfasst, und dazu bestimmt scheint, alle sandschaligen Formen zu umfassen, die man anderwärts nicht unterbringen zu können glaubt.[2] (Vergl. unten die Beschreibung der Gattung *Agathammina*.)

Endlich können auch für die durch Anwachsung stark veränderten Milioliden, für die Nubecularien in *Placopsilina* sandige Parallelformen angeführt werden. Diesen Verhältnissen gegenüber sind wir zu der Behauptung berechtigt, dass die porzellanschaligen Milioliden mit sandschaligen Typen in unmittelbarer Beziehung stehen, und dass dies besonders von den einfacheren und niedrigeren, nicht aber von den höheren, stark differenzirten Formen der ersteren gilt.

Weit auffallender als hier finden wir die innigen Beziehungen zwischen Sandschalern und Kalkschalern bei der grossen Familie der Textilariden unter den porösen Foraminiferen. Einzelne Gattungen umfassen hier allerdings nur agglutinirende, andere nur poröskalkige Arten, aber daneben treten auch Sippen auf, in welchen beiderlei Schalenzusammensetzungen bunt mit einander wechseln, die grösseren Arten sind meist sandig, die kleineren meist kalkig; die letzteren sind stets deutlich porös, aber einige etwas grössere Formen haben undeutlichere Porencanäle. Bei noch weiterer Grössenzunahme finden sich die verschiedensten

---

[1] Brady, l. c. S. 131.

[2] Bütschli, in Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches. Bd. I. Protozoen, S. 189.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Übergänge von der Kalk- zur Sandschale, indem zuerst der Sand nur eine dünne Kruste auf dem kalkigen Gehäuse bildet, dann findet man andere, bei welchen nur der Sand durch kalkiges Bindemittel verkittet ist, weiterhin wird auch der Kalk als Bindemittel entweder nur aus einem Theile der Schale oder aus deren gesammter Ausdehnung verdrängt, und ebenso verschwinden allmälig die Poren. Man hat nun echt kieselschalige, undurchbohrte Gehäuse vor sich, die man recht wohl nach Art der Lituoliden als selbstständige Familie betrachten könnte, allein der durch Übergänge vermittelte Zusammenhang mit den Textilarien ist so innig, dass neuerdings Niemand mehr eine Trennung versucht hat.

Etwas weniger eng sind die Beziehungen bei der grossen Familie der Lageniden oder richtiger gesagt Nodosariden; wohl gibt es hier ausgezeichnete sandige Parallelformen zu den Gattungen *Lagena, Dentalina, Nodosaria, Cristellaria Marginulina* u. s. w., welche zu den Lituolidensippen *Rheophax*, *Haplophragmium, Haplostiche* gerechnet werden, aber man würde in der Jetztwelt sowohl, als in der tertiären oder mesozoischen Fauna vergebens nach einem Bindeglied zwischen den beiden Parallelreihen suchen. Anders aber verhält es sich in der paläozoischen Zeit, wo in der Kohlenformation die Gattung *Nodosinella* einen Übergang der ausgezeichnetsten Art herstellt; damals standen die nodosariformen Lituoliden zu den Nodosarien in demselben Verhältnisse, wie heute die sandigen zu den kalkigen Textilarien.

Im Kohlenkalke, welcher uns die erste reiche Foraminiferenfauna geliefert hat, finden sich noch andere Typen, bei welchen, wie bei *Nodosinella*, ein Schwanken zwischen sandiger und kalkiger Entwicklung zu bemerken ist,[1] und unter ihnen verdient namentlich die Gattung *Endothyra* genannt zu werden, welche in

[1] Für *Nodosinella, Endothyra* und ihre Verwandten vergl. namentlich Brady, A monograph of Carboniferous and Permian Foraminifera. Transactions of the palaeontogr. Society, 1876. — v. Möller, Die spiralgewundenen Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. Mémoires de l'académie de St. Pétersbourg 1878. Ser. 7, Vol. 25, Nr. 9. — v. Möller, Die Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. Ebenda 1879. Ser. 7, Bd. 27, Nr. 5. — Schwager, in Bütschli, Protozoen, Bd. I von Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches, S. 244. — Steinmann, Mikroskopische Thierreste aus dem deutschen Kohlenkalke. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1880, S. 399.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ihren rein kalkigen Ausbildungsformen sich sehr eng an die einfachsten Typen der Gattung *Nonionina*, der mit ihr verwandten *Sphaeroidina*, sowie in ihren unsymmetrischen Vertretern an die am wenigsten differenzirten Rotalien anschliesst, so dass auch diese Gattungen und mit ihnen die drei Familien der Globigeriniden, Rotaliden und Polystommeliden in der Vorzeit mit agglutinirenden Formen in unmittelbarer Beziehung stehen, und zwar sind es auch hier, wie nochmals besonders hervorgehoben werden muss, die einfachsten Typen, welche die Verwandtschaft zu den Sandschalern zeigen. Heute besteht ein solches Verhältniss nicht mehr, wohl aber finden sich unter den Angehörigen der Gattungen *Haplophragmium* und *Trochammina* noch zahlreiche Parallelformen zu *Rotalia*, *Nonionina*, *Globigerina*, *Sphaeroidina* u. s. w.

Im Gegensatze zu den bisher betrachteten Fällen ist kaum eine Spur von Übergängen oder Parallelformen zu den höher organisirten Kalkschalern vorhanden; wir kennen keine agglutinirende Form, welche mit *Peneroplis*, *Orbitolites*, *Alveolina*, mit *Polystomella*, mit einer höheren Rotalide, mit *Amphistegina*, *Operculina*, *Heterostegina*, *Nummulites*, *Cycloclypeus* oder *Orbitoides* verglichen werden könnte. Nur eine einzige Ausnahme ist bekannt, und diese findet sich bezeichnender Weise in paläozoischen Schichten; unter den Fusuliniden der Kohlenformation finden sich nämlich Vertreter der Gattung *Fusulinella*, welche nach den Untersuchungen von Schwager und Steinmann agglutinirende Schale zeigen, wie das namentlich bei *Fusulinella Struvei* aus dem russischen Kohlenkalke der Fall ist.[1] Jedenfalls bildet auch *Fusulinella* innerhalb der Gruppe der Fusuliniden, wie aus der Beziehung der Septa zur Schale hervorgeht,[2] den einfachsten Typus, und speciell *Fusulinella Struvei* ist kaum höher organisirt, als eine beliebige *Endothyra*.

---

[1] Schwager, l. c. S. 249.

[2] Ich stelle *Fusulinella* im Einklang mit Brady zu den Fusuliniden, während ich eine unmittelbare Verwandtschaft mit *Pullenia* (vergl. Schwager, Carbonische Foraminiferen aus China und Japan. Richthofen, China, Bd. IV, S. 144) nicht erkennen kann. Durchaus ablehnend muss ich mich gegenüber der vollständigen Abtrennung von *Fusulinella* und ihrer Unterbringung bei den porzellanschaligen Formen verhalten. Vergl. unten S. 182—184.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fassen wir das bisherige Ergebniss zusammen, so sehen wir, dass alle einfacheren und ein etwas complicirterer Typus der kalkigen Foraminiferen mit den Sandschalern in unmittelbarer Verbindung stehen, und zwar ist das mit Gliedern der folgenden Familien der Fall: Milioliden, Textilariden, Nodosariden, Spirilliniden, Globigeriniden, Rotaliden, Polystomelliden und Fusuliniden. Es ist das eine grosse Zahl sehr wohl von einander geschiedener, stark differenzirter Typen von ausserordentlicher Mannigfaltigkeit; fassen wir aber die sandigen Parallelformen ins Auge, so sehen wir einen auffallenden Gegensatz, indem hier die den verschiedenen Kalkschalern analogen Formen sehr viel weniger differenzirt sind. Während z. B. *Globigerina*, *Nonionina*, *Cristellaria* und *Rotalia* ausserordentlich weit von einander verschieden sind, können Parallelformen derselben ohne irgend welches Missverhältniss in der Gattung *Haplophragmium* vereinigt werden.

Alle diese Umstände, die morphologischen Beziehungen, wie das früher geschilderte geologische Vorkommen, machen es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die verschiedenen, einfacher gebauten Typen der kalkschaligen Foraminiferen von agglutinirenden Formen abstammen, und dass es in der That wenigstens in der Regel wahre Verwandtschaft ist, nicht bloss äussere Ähnlichkeit, welche die Parallelgruppen verschieden zusammengesetzter Foraminiferengehäuse mit einander verbindet, eine Ansicht, welche schon von Zittel kurz angedeutet worden ist.[1]

Dafür spricht auch die Verbreitung der verschiedenen Abtheilungen in den alten Formationen; sowohl in der Jetztzeit, als im Tertiär und in den mesozoischen Bildungen sind sandschalige Foraminiferen zwar in grosser Zahl vorhanden, sie bilden aber doch im Vergleiche zu den kalkigen Formen nur eine geringe Minderzahl; dieses Verhältniss ändert sich aber sehr bedeutend, wenn wir die paläozoischen Vorkommnisse, und namentlich die einzige reichere Fauna dieser Periode, die Kohlenkalkfauna, ins Auge fassen. Hier bildet die ausserordentliche Menge agglutinirender Formen geradezu einen hervorragenden und überraschenden Charakterzug, der diese Vergesellschaftung wesentlich von allen jüngeren unterscheidet. Unter den karbonischen

---

[1] Zittel, Handbuch der Palaeontologie, Bd. I. Abth. 1, S. 727.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Gattungen sind *Haplophragmium, Lituola, Endothyra, Trochammina, Saccammina, Nodosinella, Climacammina, Textilaria, Tetrataxis, Valvulina, Bradyina, Stacheia* ganz oder vorwiegend agglutinirend, und hieher gehören auch einzelne Fusulinellen, während nur 11 bis 13 rein kalkige Gattungen vorhanden sind, unter denen einige nur durch eine oder zwei überaus seltene Arten vertreten sind. Schon im Lias ist die Zahl der kalkigen Gattungen mehr als doppelt so gross, als die der sandigen; und im Tertiär beträgt die Zahl der ersteren das Drei- bis Vierfache.

Über das Verhältniss in den älteren paläozoischen Bildungen wissen wir leider nur wenig; silurische und devonische Foraminiferen sind in so geringer Zahl bekannt, und auch unter diesen ist wieder das Meiste zur Bestimmung und zur Feststellung der Schalenzusammensetzung viel zu schlecht erhalten, wie schon daraus hervorgeht, dass viele dieser Reste Steinkerne sind. Unter dem Wenigen aber, was wir in dieser Hinsicht etwas näher kennen, spielen die agglutinirenden Formen eine verhältnissmässig sehr grosse Rolle; so haben wir *Girvanella* (= *Hyperammina?*) aus dem schottischen Silur,[1] aus dem amerikanischen Silur erwähnt Terquem drei Arten der Gattung von *Placopsilina*, und dieselbe Gattung fand dieser Forscher im Devon von Gerolstein.[2] Nach der äusseren Form dürfte auch das von Tietze aus dem Clymenienkalke von Ebersdorf als Problematicum abgebildete Fossil zu *Saccammina* gehören und daher ebenfalls hier anzuführen sein,[3] doch wird noch eine nähere Untersuchung der Originale zu einer sicheren Deutung nöthig sein.

Ein absoluter Beweis für die Abstammung der kalkschaligen Foraminiferen von den sandigen ist allerdings nicht möglich, da schon in der Kohlenformation die Differenzirung vollzogen ist;

---

[1] Nicholson and Etheridge, Monograph of the Silurian Fossils of the Girvan District in Ayrshire, 1878. — Brady, Challengerbericht (s. oben), S. 257.

[2] Terquem, Observations sur quelques fossiles des époques primaires. Bulletin de la Société géologique de France. Sér. 3, vol. VIII, S. 414. — Vergl. auch Gaudry, Enchaînements du monde animal. Fossiles primaires. S. 52.

[3] Über die devonischen Schichten von Ebersdorf unweit Neurode in der Grafschaft Glatz. Paläontographica, Bd. XXIX, S. 152, Taf. XVII, Fig. 42.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

soweit sich aber innerhalb der gegebenen Verhältnisse aus der Morphologie und dem geologischen Vorkommen ein Schluss überhaupt ableiten lässt, sprechen alle vorhandenen Anhaltspunkte mit grösster Entschiedenheit dafür, dass die agglutinirenden Formen den ursprünglichen Typus darstellen.

3. Die agglutinirenden Formen.

Wenn wir im Allgemeinen die sandschaligen Formen als die ursprünglicheren Typen betrachten, so ergibt sich sofort die weitere Aufgabe, innerhalb dieser Abtheilung Umschau zu halten, die Beziehungen der einzelnen Gruppen zu einander festzustellen, und zu untersuchen, welche Abtheilung hier wieder die primitive ist. Wir betrachten dabei vorläufig die sandschaligen Formen als eine gegebene Gruppe, ohne weitere Rücksicht auf die Frage, ob dieselbe bei einer richtigen Eintheilung der Foraminiferen als eine natürliche Abtheilung wird aufrecht erhalten werden können, diese Frage wird uns später beschäftigen.

Wenn man die agglutinirenden Formen in naturgemässer Weise anzuordnen strebt und nach Merkmalen sucht, welche in dieser Richtung leiten können, so findet man in erster Linie, dass dasjenige Kennzeichen der Schalenstructur, welchem bei den Kalkschalen in erster Linie Wichtigkeit zugemessen wird, die compacte oder poröse Ausbildung, seine Bedeutung grösstentheils verliert; man trifft innerhalb einer und derselben Gattung Formen mit und ohne Poren, wie das bei *Valvulina, Tetrataxis, Textilaria (Plecanium), Endothyra, Nodosinella, Stacheia* der Fall ist. Offenbar ist, wie auch in der äusseren Gestalt der Schalen, so auch in dieser Beziehung die Differenzirung noch nicht vollendet, welche dann bei den kalkschaligen Formen fast vollständig durchgeführt erscheint, und wir sehen also hier eine weitere Bestätigung der Ansicht, dass die erstere Gruppe die ursprüngliche, die zweite die abgeleitete ist.

Das geschilderte Verhältniss zwischen porösen und compacten Sandschalen findet aber nicht bei allen agglutinirenden Foraminiferen statt, sondern nur bei jenen, welche man in der Regel in den Familien der Lituoliden und Textilariden unterzubringen pflegt. Anders ist es mit der grossen Familie der Astrorhiziden, welche bisher nur beiläufig genannt worden

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ist, und welcher wir nun unsere Aufmerksamkeit zuwenden müssen. Wohl waren einzelne Typen dieser Abtheilung schon seit längerer Zeit bekannt, aber man hatte sie bisher wenig beachtet und in der Regel bei den Lituoliden untergebracht. Erst in neuerer Zeit sind sehr zahlreiche Gattungen und Arten durch die Forschungsreise des Challenger zu Tage gefördert worden, und es ist das Verdienst von Brady, nicht nur die Formen beschrieben, sondern auch deren Bedeutung als selbstständige Familie erkannt zu haben.[1] Seither hat man nun auch den älteren Vorkommnissen grössere Aufmerksamkeit geschenkt, und Vertreter dieser Abtheilung auch in früheren Formationen[2] bis hinab zum Silur nachgewiesen, wo die oben erwähnte *Girvanella* als die erste Astrorhizide und gleichzeitig als die älteste sicher bestimmbare Foraminifere erscheint.

Poröse Schalen kommen bei den Astrorhiziden nicht vor, sondern die Gehäuse sind gleichmässig bald fest, bald locker aus Sandkörnern zusammengebacken; wenn aber auch eine eigentliche Porosität fehlt, so sind doch oft unregelmässige Lücken zwischen den Sandkörnern vorhanden, durch welche die Sarcodefäden der Pseudopodien austreten können, ja bei manchen Formen genügen diese Lücken, um die Verbindung des Thieres mit der Aussenwelt herzustellen, und eine Mündung ist bei diesen nicht vorhanden (*Psammosphaera, Sorosphaera*). Es ist das also eine Einrichtung, welche ihrer Function und physiologischen Bedeutung nach der Porosität entspricht, welche aber morphologisch sehr viel einfacher ist, und die ursprünglichste überhaupt denkbare Art der Communication nach aussen darstellt. Es ist aber auch eine Einrichtung, aus welcher sich sehr wohl mit dem Überhandnehmen des Cementes die Porosität entwickeln kann.

Was die äussere Gestalt anlangt, so sind die Astrorhiziden theilweise grosse Formen, mit sehr unregelmässigem, meist

[1] Das Hauptwerk ist: Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger. Report on the scientific results of the...... Challenger, Bd. IX. Ausserdem sind mehrere vorläufige Berichte von demselben Verfasser erschienen, deren einzelne Anführung hier nicht nothwendig ist.

[2] Vergl., abgesehen von den Arbeiten von Brady über die paläozoischen Foraminiferen, namentlich: R. Häusler, Die Astrorhiziden und Lituoliden der Bimammatuszone. Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1883. I, S. 55.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ungekammertem und nicht mit echten Scheidewänden versehenem Gehäuse; das in seiner Gestalt ausserordentlich wechselt; einzelne Gattungen sind unregelmässig kugelig, elliptisch, cylindrisch, schlauchförmig, oder ganz regellos verzweigt oder sternförmig. Auch hierin sehen wir die einfachste und unentwickeltste Stufe, die ein Gehäuse überhaupt zeigen kann, während einzelne Formen, die sich über diesen niedersten Stand erheben, sich in der Gestalt gewissen Lituoliden, wie *Rheophax* und Verwandten nähern.

Dem gegenüber stellen die regelmässig geformten Gehäuse der Lituoliden und Textilariden schon eine ziemlich weitgehende Differenzirung dar, die dann bei den kalkschaligen Formen ihren Höhepunkt erreicht, und von diesem Standpunkte aus, wie nach den oben geschilderten Verhältnissen der Schalenstructur müssen wir daher Astrorhiziden, und zwar solche von einfacherem, nicht sternförmigem oder verzweigtem Baue, als die Grundformen betrachten, auf welche nach allen Gesetzen morphologischer Betrachtung die übrigen Foraminiferen zurückgeführt werden müssen, und von welchen diese nach den Anschauungen der Descendenzlehre abstammen, ein Ergebniss, mit welchem die Thatsachen des geologischen Vorkommens gut im Einklange stehen, wenn auch die Menge der Beobachtungen in dieser Beziehung zu gering ist, um entscheidend ins Gewicht fallen zu können.

Wir sehen auf diese Weise die Möglichkeit einer einheitlichen Auffassung des ganzen Formengewirres der Foraminiferen gegeben, und können die grosse Mehrzahl aller bekannten Gruppen mit den einfachsten Stammtypen mittelbar oder unmittelbar in Verbindung bringen. Allerdings ist die Reihenfolge nicht so weit erhalten, dass man alle Abtheilungen richtig deuten und an der ihnen gebührenden Stelle unterbringen könnte; es gilt das namentlich von einigen der höchst organisirten Gattungen, z. B. von den Alveolinen und Nummulitiden und selbst unter den einfacheren sind einige, die Schwierigkeiten bereiten, wie das namentlich mit der ziemlich seltenen und noch immer etwas räthselhaften Gruppe der Chilostomellen der Fall ist, aber es sind das doch ziemlich wenige Formen, und wenn wir dieselben auch nicht genau einzupassen vermögen, so ist doch der Spielraum, welcher dem Irrthume in dieser Richtung offen ist, ein ziemlich geringer. Es ist durchaus nicht schwer, an der Hand der

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

hier auseinandergesetzten Auffassung, die Verwandtschaftsverhältnisse klar zu legen, dagegen finden sich sehr zahlreiche Schwierigkeiten bei der Durchführung im Einzelnen, und diesen Verhältnissen müssen wir zunächst unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Bekanntlich zeigen die Foraminiferen unter allen Thieren, welche fossile Reste hinterlassen haben, die stärkste Variabilität, in einem Grade, dass manche Merkmale, welche man als charakteristisch für Gattungen und selbst für Familien gehalten hatte, durch individuelle Abänderung sich in tiefgehender Weise beeinflusst zeigen. Die Folge davon ist, dass es weit schwerer als in anderen Abtheilungen gelingt, die einzelnen Stämme von einander zu sondern, indem namentlich bei den einfacheren Typen der Betrag individueller Variation weit grösser ist, als die dauernde Umgestaltung, der Betrag der Mutation, welcher in einer Reihe selbst im Verlaufe eines langen geologischen Zeitraumes eintritt. Es ist bekannt, in welche Verlegenheit dadurch die Systematiker bei Beschreibung der Arten gerathen, aber selbst bei Betrachtung sehr viel weiterer Formenkreise machen sich ähnliche Schwierigkeiten geltend. Es gilt das z. B. in hohem Grade von der Beurtheilung der einzelnen Fälle der oben besprochenen „isomorphen" Typen; es wurde wohl in genügender Weise nachgewiesen, dass es sich in der Regel um wirkliche Verwandtschaft handelt, aber die Möglichkeit einer Täuschung ist im Einzelnen durchaus nicht ausgeschlossen und es ist daher grosse Vorsicht nöthig, wo derartige Erscheinungen isolirt auftreten. So liegen Anhaltspunkte für die Annahme vor, dass die globigeriniformen Haplophragmien mit *Globigerina* nicht wirklich verwandt sind, sondern dass es sich um eine mehr zufällige Ähnlichkeit handelt, und vor Allem muss mit Bestimmtheit die analoge Form der Buliminen einerseits, der Polymorphinen und Uvigerinen andererseits, in dieser Weise aufgefasst werden.

In derselben Art macht sich diese weitgehende Veränderlichkeit in der störendsten Weise bemerkbar, wenn man die Foraminiferen in grosse Hauptabtheilungen zu bringen sucht, indem sich die neuen Charaktere einer sich entwickelnden Gruppe so langsam befestigen, dass die Zahl der auf der Grenze zwischen je zwei Gruppen schwankenden Zwischenformen eine übergrosse ist.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Wenn wir es versuchen, auf Grund der bisherigen Auseinandersetzung ein natürliches System der Foraminiferen herzustellen, so werden wir zunächst drei grosse Entwicklungsstufen festhalten können; die unterste Stufe stellen die ganz undifferenzirten agglutinirenden Formen mit irregulärem Gehäuse, die Astrorhiziden, dar; die zweite Stufe nehmen die regulären agglutinirenden Typen ein, bei welchen der Anfang einer Scheidung in poröse und compactschalige Formen hervortritt. Aber auch ausserdem lassen sich hier noch Gruppen unterscheiden, welche nur durch die äussere Gestalt der Schale ausgezeichnet sind, und die sich auch noch weiter bei den kalkschaligen Foraminiferen verfolgen lassen; es sind das die grossen Hauptstämme, deren Unterscheidung die erste Bedingung einer richtigen Auffassung darstellt, deren wesentlichste Merkmale aber nicht in der Schalenzusammensetzung, und nicht in der Schalenstructur, sondern vorwiegend in der äusseren Gestalt liegen.

Der erste Typus, den wir unter den regulär agglutinirenden Foraminiferen unterscheiden können, ist der Cornuspiridentypus, bei welchem das Gehäuse entweder eine ungekammerte Spirale darstellt, oder die Kammerung nach Miliolidentypus gebildet ist. Hieher gehört in erster Linie die Gattung *Ammodiscus*, sowie ein Theil derjenigen Formen, die man in ganz unnatürlicher Weise in die Gattung *Trochammina* vereinigt hat, nämlich die *Miliola*-ähnlichen Gehäuse, für welche ich die neue Gattung ***Agathammina*** vorschlage.[1]

---

[1] Der Name *Trochammina* ist von Parker und Jones ursprünglich für sehr heterogene Formen angewendet worden, die theilweise schon unter anderen Namen als selbstständige Gattungen ausgeschieden worden sind. In dem Challengerwerke hat Brady den Umfang von *Trochammina* sehr beträchtlich eingeschränkt, aber trotzdem umfasst dieselbe noch immer zu ungleichartige Elemente. *Trochammina* mag fortan auf die *Rotalia*-ähnlichen und die ihnen zunächst stehenden Formen beschränkt bleiben; hier ist es nothwendig, für die in Frage stehenden Typen von Milioliden-Bau eine Bezeichnung zu haben und ich schlage für dieselben die Gattung ***Agathammina*** vor. Ich fasse unter diesem Namen Formen zusammen mit unregelmässig miliolider Aufrollung, unvollkommener Kammerung und sandiger Schale mit kalkigem Cement. Vorwiegend carbonische und permische Arten; *Agathammina pusilla* Geinitz sp. (*Serpula pusilla* Geinitz, *Trochammina pusilla* Brady), *Ag. milioloides* Jones, Parker und Kirkby

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Der zweite ist der Textilaridentypus, dessen Gestalt allgemein bekannt ist; es gehören hieher alle die agglutinirenden Textilarien mit zwei- oder mehrreihig angeordneten Kammern, welche vom Kohlenkalke bis auf den heutigen Tag verbreitet sind.

Weit verwickelter gestalten sich die Verhältnisse bei dem Lituolidentypus; eine wesentliche Schwierigkeit beruht auf der eigenthümlichen Gruppirung der hieher gehörigen Gattungen in vielen neueren Werken. Wenn man von den ganz zweifelhaften Loftusien und Parkerien absieht, so werden drei Unterfamilien angenommen, die Lituolinen mit festen dicken Gehäusen, welche aus viel grobem Sand und wenig Cement aufgebaut sind, die Trochamminen mit dünnen Schalen, mit viel Cement und feinen Sandkörnern und die Endothyriden mit sehr viel Cement und wenig Sand. In erster Linie hat man hier die Cornuspiridenformen (vergl. oben) mit den echten Lituolinen vermengt, aber auch nach Ausscheidung jener ist die Anordnung noch immer eine ganz unnatürliche; in erster Linie hängt die Beschaffenheit und auch die Menge des verwendeten Sandes ganz wesentlich von der Beschaffenheit des Bodens ab, auf welchem das Thier lebt; überdies ist es bekannt, dass das Verhältniss zwischen Cement und Sand ein so überaus unbeständiges ist, dass selbst verschiedene Stellen an einem und demselben Gehäuse sich in dieser Beziehung durchaus verschieden verhalten können. Endlich sind die Charaktere solche, welche sich bei der allmäligen

---

sp., *Ag. Robertsoni* Brady sp. Aus jüngeren Ablagerungen ist jedenfalls *Agathammina jurassica* Häusler sp. hieher zu stellen. Die Abgrenzung von *Agathammina* gegen die Milioliden mit sandiger Schale und innerem Kalkbeleg muss eingehenden Untersuchungen an grossem Material vorbehalten bleiben. Bindeglieder, welche *Agathammina* mit *Ammodiscus* verbinden, finden sich innerhalb des Formenkreises, welchen man unter dem Sammelnamen *Ammodiscus* oder *Trochammina gordialis* vereinigt; man bezeichnet so fast alle *Ammodiscus*-ähnlichen Schalen mit unregelmässiger Aufrollung, gleichgiltig, ob es sich dabei um individuelle Verzerrungen oder um den Beginn einer ganz neuen Entwicklungsrichtung einer beginnenden Formenreihe handelt; genaue Betrachtung lässt unter diesen sogenannten *Ammodiscus gordialis* sehr wohl unterscheidbare Typen erkennen. Besonders gilt das von den carbonischen Exemplaren, wie sie Brady (l. c. Tab. III, Fig. 1 bis 3) abbildet; hier ist die Hinneigung zu der Milioliden-Aufrollung schon unverkennbar ausgesprochen, so dass sich diese paläozoischen Formen *Agathammina* schon auffallend nähern.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Annäherung an die kalkige Entwicklungsstufe umgestalten, man scheidet also im besten Falle nicht Verwandtschaftsgruppen, sondern analoge Entwicklungszustände aus. Im Ganzen muss diese Art der Anordnung als eine unnatürliche bezeichnet werden, deren Fehler die nothwendige Folge der einseitigen und übertriebenen Betonung der Structureigenthümlichkeiten sind. Eine erneuerte Bearbeitung der Lituoliden von diesem Gesichtspunkte, wäre wohl sehr erwünscht, aber sie wäre nur mit sehr grossem Material möglich, das mir nicht zur Verfügung steht.

Im Einzelnen können wir unter den Lituoliden vorwiegend zwei ziemlich weit abweichende Typen unterscheiden, welche namentlich in den Grenzgebieten gegen die kalkige Entwicklung aufs schärfste geschieden sind, und hier in den Gattungen *Nodosinella* und *Endothyra* ihre typischen Vertreter finden; unter den rein kieseligen Formen dagegen lassen sich zwar auch schon sehr bezeichnende Glieder der einen wie der andern Reihe finden, aber diese sind durch eine solche Menge von Übergängen und Zwischenformen aufs innigste mit einander verbunden, dass mir eine durchgreifende Scheidung nicht durchführbar scheint. Wohl schliesst sich *Rheophax* und *Haplostiche* aufs engste an *Nodosinella* an, während *Cyclammina*, ferner die Trochamminen und Haplophragmien dem Endothyrentypus zuneigen, aber eine grosse Zahl von Haplophragmien und Trochamminen stehen vollständig in der Mitte.

Im Allgemeinen kann man den Charakter der Lituoliden dahin bestimmen, dass sie die regelmässig gebildeten oder durch Festwachsung deformirten, einreihig gekammerten, agglutinirenden Formen umfassen. Die beiden Reihen, deren Differenzirung wir in ihren Anfängen kennen gelernt haben, lassen sich ebenfalls sehr einfach kennzeichnen, die Reihe, welche in *Nodosinella* gipfelt, umfasst in ihren typischen Vertretern gestreckte oder wenig gebogene Schalen mit endständiger Mündung, die Endothyrenreihe begreift regelmässig spirale Formen mit columellarer Mündung; die Gattungen mit siebförmiger Mündung bilden Seitenreihen.

Ausser den erwähnten drei Haupttypen der regulär agglutinirenden Foraminiferen, dem Cornuspiriden-, dem Textilariden- und dem Lituolidentypus sind noch Andeutungen einer vierten

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Gruppe vorhanden, welche allerdings den eben genannten durchaus nicht gleichwerthig gegenübersteht, sondern sehr viel beschränktere Bedeutung hat. Es wurde schon oben erwähnt, dass in der Familie der Fusuliniden gewisse Fusulinellen, namentlich *Fusulinella Struvei*, sandige Schalen besitzen, und wir sehen also auch diese Familie bis in die agglutinirende Stufe zurückgreifen; hier schliessen sich die sandigen Fusulinellen nahe an *Endothyra* und *Haplophragmium* an, ja sie wurden anfangs geradezu verwechselt, und wenn wir die oben gegebene Definition des Endothyrenzweiges ins Auge fassen, so passt dieselbe durchaus auf *Fusulinella Struvei*. Allein vollständige Übergänge sind denn doch nicht vorhanden und ich muss daher bis auf Weiteres darauf verzichten, auch die Fusuliniden mit voller Bestimmtheit auf den Lituolidentypus zurückzuführen, so wahrscheinlich eine solche Annahme auch ist. Ich führe daher in der Schlusszusammenstellung einen gesonderten Fusulinidentypus an, der vermuthlich weiteren Untersuchungen neuen Materials aus dem Kohlenkalke gegenüber bald seine Selbstständigkeit verlieren wird.

4. Die kalkschaligen Formen.

Die dritte und oberste Stufe der Entwicklung bilden die kalkigen Foraminiferen; bei diesen vor Allem gilt in der Regel die Schalenstructur, das Vorhandensein oder Fehlen von Poren als ein Merkmal ersten Ranges und die Eintheilung in Perforaten und Imperforaten ist fast von all' denjenigen als unbedingt richtig anerkannt, welche nicht bei dem Systeme von d'Orbigny geblieben sind. Nur Brady, Carter und Steinmann machen in dieser Richtung eine Ausnahme, und letzterer stellt *Spirillina* nicht, wie es gewöhnlich geschieht, in die Nähe der Rotalien oder Globigerinen, sondern trotz der Poren neben *Cornuspira* unter die Porzellanschaler.[1] Dieses Verfahren ist unbedingt richtig und ich schliesse mich demselben an, und damit kann ich auch die beiden Abtheilungen der Perforaten und Imperforaten nicht mehr festhalten, zumal sich auch in der

---

[1] Steinmann, Die Foraminiferengattung *Nummoloculina*. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1881. I, S. 31.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Familie der Fusuliniden derselbe Fall wiederholt, wie unten gezeigt werden soll. Im Gegentheile muss der äusseren Formentwicklung grösseres Gewicht beigelegt werden, als in der Regel geschieht.

Wir können im Allgemeinen, wenn auch mit viel weitgehenderer Differenzirung der einzelnen Abtheilungen, bei den Kalkschaligen all' die oben genannten Typen unterscheiden; wir beschäftigen uns zunächst mit dem Cornuspiridentypus, welcher im agglutinirenden Stadium hauptsächlich durch *Ammodiscus* und *Agathammina* vertreten ist; unter den kalkigen Formen schliessen hier zunächst zwei Gattungen an, welche mit *Ammodiscus* in der ganzen äusseren Gestalt und in der sehr eigenthümlichen Anordnung der langen ungekammerten Röhre übereinstimmen und sich nur dadurch unterscheiden, dass die eine aus compactem *(Cornuspira)*, die andere aus porösem Kalke besteht *(Spirillina)*. Wir haben also zwei von sandigem Ursprung gemeinsam ausgehende Reihen, eine durchbohrte und eine undurchbohrte; ein unmittelbarer Übergang der porös-kalkigen in die compact-kalkige Entwicklung ist dagegen hier nicht vorhanden und kann auch sonst, so weit meine Erfahrung reicht, nirgends wahrscheinlich gemacht werden.

Sowohl *Cornuspira* als *Spirillina* bilden den Ausgangspunkt für weitere Entwicklung, allerdings von sehr ungleicher Bedeutung, denn während sich an *Cornuspira* zahlreiche wichtige Gattungen anschliessen, können wir auf *Spirillina* nur die beiden seltenen Sippen *Involutina* und *Problematina* zurückführen. Zu der compactschaligen Reihe dagegen gehören die grossen und wichtigen Familien der Milioliden und der Peneropliden.

Die Art des Zusammenhanges zwischen diesen äusserlich so grundverschiedenen Typen ist durch die Arbeiten von Carpenter und Steinmann so schön festgestellt worden,[1] dass ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand nicht nöthig ist; bis zu den höchst entwickelten Formen lässt sich die Entwicklung der

---

[1] Carpenter, Jones und Parker, Introduction u. s. w. — Steinmann, Die Foraminiferengattung *Nummoloculina* l. c. — Carpenter, On an abyssal type of the genus Orbitolites, l. c. — Vergl. ferner Häusler, Bemerkungen über einige liasische Milioliden. Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1887. Bd. I, S. 190.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Anfangswindungen als ungekammertes Spiralschälchen verfolgen, das sich zunächst zur knäuelförmigen Miliolide entwickelt; ebenso kann von hier aus der Übergang zu *Peneroplis* und von da zu den überaus hoch entwickelten Orbitoliten und Orbiculinen verfolgt werden. Nur in einem Punkte, in welchem mannigfach Meinungsverschiedenheit herrscht, muss ich die von mir getroffene Anordnung rechtfertigen, und zwar was die Stellung der Gattungen *Planispirina (Nummoloculina)*, *Vertebralina*, *Hauerina* und *Ophthalmidium* anlangt. Bald werden diese Sippen als eine selbstständige Unterfamilie der Hauerininen betrachtet, bald zu den Cornuspirinen gestellt u. s. w. In erster Linie kann ich diese Formen nicht als näher mit einander verwandt betrachten, indem die gemeinsame Eigenthümlichkeit derselben lediglich darin besteht, dass sie in der Anordnung der Kammern vom typischen Baue der Milioliden abweichen; die Art der Abweichung aber geschieht nach verschiedener Richtung. *Hauerina* und *Vertebralina* (sammt *Articulina*) gehen über die Miliolen hinaus, sie zeigen in der Anordnung der letzten Kammern schon den Peneropliden-charakter in seinen Anfängen deutlich entwickelt, sie bilden die deutlichen Übergänge von den Milioliden zu den Peneropliden. Für solche Zwischenformen eine selbstständige Familie aufzustellen, hat keine Berechtigung, man muss sie zu einem der beiden Formenkreise bringen, an welche sie grenzen, und zwar wird es besser sein, sie bei den Peneropliden unterzubringen, deren Merkmale sie doch schon erkennen lassen.

Anders ist dagegen die Stellung von *Ophthalmidium* und *Planispirina;* beide sind dadurch ausgezeichnet, dass die Zahl der inneren, cornuspirinen, ungekammerten Windungen eine verhältnissmässig grosse ist, und namentlich *Ophthalmidium* behält dieses Anfangsstadium sehr lange bei. Dadurch stellen sich die beiden Gattungen als solche dar, welche in ihrer Entwicklung nicht über den Miliolinentypus hinausgehen, sondern denselben noch nicht voll erreicht haben; in der Anordnung der späteren Kammern zeigen sich Abweichungen darin, dass nicht genau zwei Kammern auf einen Umgang fallen, und zwar ist dieser Unterschied ein derartiger, dass *Ophthalmidium* als eine beginnende Miliolide betrachtet werden kann, welche den Typus der Gruppe noch nicht in voller Reinheit zeigt, während allerdings

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Planispirina nicht in dieser Art aufgefasst werden kann. Von dieser Gestaltung aus ist keine fortschreitende Entwicklung zu der echten Miliolidenform möglich, wir müssen die Gattung als eine aberrante und spät gebildete Seitenreihe betrachten, die aber in eine andere Familie als in die der Milioliden einzureihen, ebensowenig wie bei *Ophthalmidium* ein Grund vorhanden ist.

Als eine letzte Abtheilung wird dem Cornuspiridentypus oder der Abtheilung der Porcellanea in der Regel noch die Familie der Alveoliniden angefügt, welche in der That dieselbe Schalenstructur zeigt, aber in äusserer Form, Aufrollung und Kammerung so vollständig von allen anderen Porcellanschalern abweicht, dass deren Hiehergehörigkeit mindestens zweifelhaft ist.

Die beiden nächsten grossen Typen der kalkschaligen Foraminiferen, der Textilaride und der Lituolide umfassen ausschliesslich poröse Formen; die Textilariden sind so gut durch ihre äussere Gestalt gekennzeichnet, dass ich kein Wort darüber zu verlieren brauche; der Zusammenhang der sandigen mit der kalkigen Entwicklungsstufe ist hier ein so inniger, dass man in einer Reihe von Gattungen Arten von verschiedener Schalenzusammensetzung vereinigt lassen muss. Eine Aufzählung der Gattungen ist um so überflüssiger, als eine solche in Zittel's Handbuch der Paläontologie oder in Brady's Challengerbericht ausführlich zu finden ist.[1]

---

[1] Hier mag kurz eine sehr isolirt dastehende Gruppe von Formen erwähnt werden, deren Bedeutung noch unklar ist, nämlich die kleine Familie der Chilostomelliden mit den Gattungen *Allomorphina*, *Chilostomella* und *Ellipsoidina*. Allen anderen Formen mit poröser Kalkschale stehen diese Typen ganz fremd gegenüber, dagegen stellen allerdings *Trochammina galeata* Br. und *pauciforata* Br. sandige Parallelformen zu *Allomorphina* dar, wie das von Brady treffend hervorgehoben wurde. Es wird dadurch natürlich die Vermuthung nahegelegt, dass die Chilostomellen einen selbstständigen Stamm darstellen, der sich unmittelbar aus agglutinirenden Formen entwickelt hat, wie dies mit einer Anzahl anderer Reihen der Fall ist. Trotzdem sind hier die Schwierigkeiten für eine bestimmte Folgerung sehr viel grösser als bei irgend einer der anderen Gruppe, denn einerseits fehlen alle directen Bindeglieder, wie wir sie sonst zu finden gewohnt sind, anderseits tritt *Allomorphina* schon in der Kreideformation auf, während die von Brady entdeckten sandigen Parallelformen nur lebend bekannt sind. (Vergl. Brady's Challengerbericht, S. 344, Taf. XL, Fig. 19 bis 23; Taf. XLI, Fig. 1 bis 2.) Bei der Seltenheit und sehr geringen Grösse dieser

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Verwickelter gestalten sich die Verhältnisse bei den kalkigen Vertretern des Lituolentypus; wir haben gesehen, dass aus der Menge der normalen Lituolen sich namentlich zwei Gattungen herausheben, bei welchen die Zusammensetzung der Schale zwischen kalkiger und agglutinirender Bildung schwankt, und welche gleichzeitig gewissen weitverbreiteten Typen der rein kalkigen Entwicklung nahetreten. Diese beiden Gattungen sind *Nodosinella* und *Endothyra*, und in der That können wir auf diese eine Menge von weiter ausgebildeten Formen zurückführen. *Nodosinella* besteht, wie oben erwähnt, aus einer gestreckten Kammerreihe mit endständiger Mündung, *Endothyra* aus einer spiralen Kammerreihe mit columellarer Mündung.

An *Nodosinella* schliesst sich die grosse Familie an, welche man in der Regel mit dem Namen der Lageniden belegt, von der Ansicht ausgehend, dass die einkammerige Gattung *Lagena* den Ausgangspunkt für diese ganze Abtheilung bilde; allein diese Ansicht scheint nach dem heutigen Stande unserer Kenntniss als unrichtig; unter den Übergangsformen zwischen kalkiger und sandiger Entwicklung kennen wir keine einzellige *Lagena*-ähnliche Foraminifere, sondern nur gestreckte Typen, an welche sich unter den rein kalkigen Gattungen *Nodosaria* zunächst anschliesst, diese müssen wir als den Ausgangspunkt betrachten, und demgemäss ist auch der Name der ganzen Familie in Nodosariden umzugestalten.

Auf die Zusammensetzung der Familie der Nodosariden brauche ich nicht einzugehen, eine Änderung in der gewöhnlich üblichen Fassung ist nicht nothwendig, dagegen müssen wir uns hier mit den Merkmalen beschäftigen, welche dieselbe ihren Verwandten gegenüber auszeichnen. In der Regel liest man, dass die Veränderlichkeit der Nodosariden so gross ist, dass man kaum ein allgemein giltiges Merkmal angeben kann. Allerdings ist die

---

Formen ist es allerdings nicht unwahrscheinlich, dass ältere Trochamminen von Allomorphinengestalt bisher nur der Aufmerksamkeit entgangen sind und noch gefunden werden, vorläufig aber sind die Anhaltspunkte zu gering, um eine Folgerung zu gestatten. Ich führe vorläufig in der Schlusstabelle die Chilostomelliden nach dem Vorgange von C. Schwager hinter den Textilariden an, ohne damit irgend eine nähere Beziehung zwischen beiden Gruppen andeuten zu wollen.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Mannigfaltigkeit in der Gestalt eine überaus grosse, und viele nehmen spirale Gestalt an, so dass im Umrisse kein wesentlicher Unterschied von *Endothyra* mehr vorhanden bleibt. Dagegen ist die Stellung der Mündung immer sehr charakteristisch und unterscheidet die Nodosariden mit Schärfe von allen Typen, die sich an *Endothyra* anschliessen; die Mundöffnung ist bei allen geraden oder gebogenen Formen ausnahmslos endständig, bei den spiraligen stets ganz an die Externseite gerückt, was weder bei den Rotaliden, noch bei den Globigerinen, Nonioninen oder irgend einer der Gruppen der Fall ist, die verwechselt werden könnten. Höchstens die secundäre Mündung von *Epistomina* könnte bei oberflächlicher Betrachtung möglicherweise Anlass zu einem Irrthume geben.[1] Auch von den Buliminen, welche manchen Polymorphinen sehr ähnlich werden, unterscheiden sich letztere stets durch die endständige Mündung. Ausser der Stellung der Mündung können in zweiter Linie als Merkmale gelten die glänzende Beschaffenheit und sehr feine Porosität der Schale, deren einfacher Bau ohne Canäle und Zwischenskelett, endlich die Verbindung der Kammern untereinander, welche so beschaffen ist, dass die Aussenwand der älteren Kammern als Innenwand der jüngeren Kammern dient.

Für die zweite kalkige Hauptreihe des Lituolidentypus bildet, wie schon erwähnt, die Gattung *Endothyra* den Ausgangspunkt, welche, abgesehen von der noch theilweise agglutinirenden Schale, mit den einfachsten Formen sowohl von *Nonionina* als der Rotaliden in inniger Beziehung steht, so dass wir diese unbedingt auf jene zurückzuführen berechtigt sind. In erster Linie haben wir also die grosse Gattung *Nonionina* und die aus ihr sich entwickelnden Polystomellen als Abkömmlinge der Endothyren zu betrachten, und wir gelangen dadurch schon zu sehr hoch entwickelten Foraminiferengehäusen; mit *Nonionina* steht aber auch die Gattung *Sphaeroidina* in engster Verwandtschaft, welche sich anderseits aufs Innigste an *Pullenia*, *Globigerina* und *Orbulina* anschliesst, so dass *Sphaeroidina* bald bei den Polysto-

[1] *Carpenteria* hat endständige Mundöffnung die Bedeutung dieser ganz abnorm gebildeten Gattung und ihre Stellung bei den Rotaliden ist noch in hohem Grade zweifelhaft, ja dies gilt sogar von der Zugehörigkeit zu den Foraminiferen.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

melliden, bald bei den Globigeriniden eingereiht wird. In Wirklichkeit stehen alle diese Typen in inniger Stammesverwandtschaft, so dass eine scharfe Scheidung nicht möglich ist, wenn auch die extremsten Formen, wie *Polystomella* und *Globigerina*, sich sehr weit von einander entfernen. In gleicher Weise sind auch die Rotaliden diesem Stamme ausserordentlich genähert, und das Auftreten von Formen wie *Cymbalopora*, welche Merkmale von Globigeriniden und Rotaliden mit einander vereinigen, zeigt, dass die vollständige Differenzirung all dieser Stämme verhältnissmässig spät erfolgt ist.

Über die Ausdehnung der drei Familien, welche sich aus den Endothyren entwickeln, und über ihre Merkmale ausführlich zu sprechen, ist wohl überflüssig, es sind diese Gruppen so genau bekannt, dass eine nähere Besprechung überflüssig erscheint. Ich hebe nur hervor, dass nach meiner Ansicht *Sphaeroidina* noch bei den Polystomelliden untergebracht werden sollte, dass *Spirillina, Involutina* und *Problematina*, die man bisweilen zu den Rotaliden gestellt hat, wie oben gezeigt wurde, mit diesen nichts zu thun haben, und dass die Gattung *Patellina*, deren Bau noch äusserst unvollkommen bekannt ist, ebenfalls, wenigstens vorläufig, von der genannten Familie ausgeschlossen werden muss; dagegen schliesse ich mich der Ansicht derer an, welche *Amphistegina* bei den Rotaliden unterbringen.

Grosse Schwierigkeit bietet die richtige Deutung der beiden hoch organisirten Foraminiferenfamilien, der Nummulitiden und der Cycloclypeiden. Die letztere Abtheilung mit den Gattungen *Cycloclypeus* und *Orbitoides* ist, ähnlich den imperforaten Orbiculinen und Orbitoliten, in erster Linie durch die verwickelte cyklische Anordnung der Kammern, ferner durch das sehr entwickelte Canalsystem ausgezeichnet; in jeder Richtung weichen diese Gattungen so weit von allen anderen ab, dass eine unmittelbare Verbindung mit irgend einer bekannten Sippe vollständig fehlt. Immerhin tritt schon bei manchen Formen von *Planorbulina* unter den Rotaliden cyklischer Bau der Kammern auf, und noch weit mehr erinnern die aberranten Rotaliden *Tinoporus* und *Gypsina* in der sehr verwickelten Anordnung ihrer Kammern an die Cycloclypeiden, so dass deren Herkunft von den Rotaliden wenigstens sehr wahrscheinlich wird.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Weniger bestimmt können wir uns über die Nummulitiden äussern; als sehr wahrscheinlich darf angenommen werden, dass mit dem typischen Vertreter dieser Familie, mit *Nummulites*, die Gattung *Operculina* sehr nahe verwandt ist, wie das gewöhnlich angenommen wird. Dadurch wird allerdings die Frage wesentlich vereinfacht, indem wir nur die Beziehungen dieser einfacheren Formen, nicht die der überaus hoch differenzirten Nummuliten zu untersuchen brauchen; allein trotzdem ist eine Entscheidung kaum möglich. Von den verschiedenen Ansichten, welche in diese Beziehung geäussert worden sind, bringt die eine die in Rede stehende Familie mit den Nodosariden in Verbindung, die Nummuliten wären also sehr hoch entwickelte Cristellarien; allein obwohl auf den ersten Blick sehr viel für diese Auffassung zu sprechen scheint, steht derselben doch in der columellaren Lage der Mundöffnung bei *Operculina* ein unbedingtes Hinderniss entgegen, und dieser Charakter würde die Nummulitiden eher an die Endothyridenreihe anschliessen. In der That finden sich hier manche Typen, die in wichtigen Merkmalen Anklänge zeigen, und man kann ebensowohl einzelne Beziehungen zu Nonioninen als zu Rotaliden, und namentlich zu *Amphistegina* herausfinden, allein überzeugend und beweisend ist keine derselben, und wir müssen in dieser Beziehung um so vorsichtiger sein, als Nummuliten schon in der Kohlenformation vorzukommen scheinen, also in einer sehr alten Zeit, in welcher die Differenzirung der Nonioninen wie der Rotaliden noch nicht sehr weit fortgeschritten scheint. Anderseits findet sich im Kohlenkalke die sehr sonderbare Gattung *Archaeodiscus*, welche meist ebenfalls zu den Nummulitiden gestellt wird. Allerdings weicht sie von diesen durch das Fehlen einer eigentlichen Kammerung, eines verzweigten Canalsystems und eine Reihe anderer Merkmale ab, und bei der ganz fundamentalen Bedeutung dieser Unterschiede von den echten Nummulitiden kann die Einreihung bei diesen nicht etwa bedeuten, dass wir es in *Archaeodiscus* mit Formen zu thun haben, welche der Definition dieser Familie entsprechen und normale Glieder derselben darstellen. Diese Anordnung kann nur den Sinn haben, dass *Archaeodiscus* ein sehr wenig abgeändertes Überbleibsel jener einfach organisirten Stammgruppe darstellt, aus welcher sich die Nummulitiden entwickelt haben. Damit wäre natürlich die

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Annahme einer Abstammung der letzteren von den Nonioninen oder von den Rotaliden unvereinbar. Immerhin scheint mir trotz gewisser unverkennbarer habitueller Übereinstimmungen der Abstand zwischen *Archaeodiscus* einerseits und einer *Operculina* oder einem *Nummulites* anderseits so gewaltig, dass ein genetischer Zusammenhang, wenn auch möglich, doch noch nicht als wahrscheinlich bezeichnet werden kann. So sehen wir uns bei dem Versuche einer Deutung der Nummuliten einer Reihe von Möglichkeiten gegenüber, ohne dass es vorläufig gestattet wäre, sich für eine derselben zu entscheiden.

Die letzte Gruppe der Foraminiferen, mit der wir uns zu befassen haben, ist die merkwürdige Familie der Fusuliniden, deren hoch entwickelte Formen schon in der Kohlenformation ihre grösste Blüthe erreichen und von denen es noch nicht erwiesen ist, ob irgend ein Vertreter sich bis in die Trias erhalten hat. Die grosse habituelle Ähnlichkeit und das geschlossene geologische Auftreten hatte von jeher dazu veranlasst, die verschiedenen Typen, welche man heute in die vier Gattungen *Fusulinella*, *Fusulina*, *Hemifusulina* und *Schwagerina* scheidet, als zusammengehörig zu betrachten, ja man vereinigte dieselben bis zu den wichtigen Arbeiten von V. v. Möller sogar in eine einzige Gattung. Um so befremdender musste die Angabe dieses Forschers erscheinen, dass *Fusulinella* sich in einem Merkmale ersten Ranges von den drei anderen Gattungen unterscheide, dass *Fusulinella* undurchbohrte, *Fusulina*, *Hemifusulina* und *Schwagerina* poröse Schale besitzen. Demnach lag nach dem Standpunkte der üblichen Eintheilung die Nothwendigkeit vor, die Gruppe, welche alle Anzeichen natürlicher Zusammengehörigkeit zu zeigen schien, zu zerreissen, und deren Theile in durchaus verschiedenen Abtheilungen des Systems unterzubringen, *Fusulinella* zu den Imperforaten, an die Seite von *Alveolina*, *Fusulina* dagegen und ihre nächsten Verwandten zu den Perforaten und in die Nähe der Nummuliten zu stellen.

Dieser Weg wurde consequenterweise von Möller und Zittel eingeschlagen, während Andere, namentlich Brady und Schwager sich zu einer so einschneidenden Operation nicht entschliessen konnten; sie fanden unter den Imperforaten keine Form, mit welcher *Fusulinella* als verwandt betrachtet werden könnte,

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

während die Beziehungen zu den Fusulinen, oder nach Schwager zu *Pullenia* zu auffallend erschienen, um eine Absonderung von den Perforaten zu gestatten. In dieser Richtung stimme ich mit den genannten Forschern ganz überein, dagegen kann ich deren Ansichten über die Art der Beziehungen nicht theilen. Brady und Schwager nehmen an, dass *Fusulinella* in Wirklichkeit doch porös sei, dass aber die Poren zu fein und die Erhaltung zu ungünstig sei, um die Beobachtung der Durchbohrung zu gestatten, aber Niemand hat die Poren trotz der massenhaften Untersuchungen gesehen. Unter diesen Umständen ist die ganze Annahme nur eine Concession an die herrschende Auffassung, dass die Structur der Schale das wichtigste Merkmal bei den Foraminiferen bilde und die Trennung in Perforaten und Imperforaten die Grundlage des ganzen Systems bilden müsse. Die Fusulinellen sind nicht schlechter erhalten, als andere Foraminiferen des Kohlenkalkes, an denen man die feinsten Structureigenthümlichkeiten mit voller Sicherheit beobachtet, und wenn Poren vorhanden wären, so wäre auch deren Beobachtung gelungen, zumal es an Anstrengungen in dieser Richtung durchaus nicht gefehlt hat. Es ist keine Berechtigung vorhanden, an der Richtigkeit der Angaben von Möller zu zweifeln, und wir stehen auch durch Anerkennung derselben durchaus vor keiner unerklärlichen Ausnahme, sondern wir finden hier nur die Bestätigung der schon von Carter und Steinmann und an einer früheren Stelle dieses Aufsatzes vertretenen Ansicht, dass der Porosität der Schale nicht jene ausserordentliche Bedeutung zukommt, die man ihr in der Regel beilegt.

Die Deutung dieser scheinbar so verwickelten Verhältnisse ist in Wirklichkeit eine sehr einfache; ein unmittelbarer Übergang zwischen Foraminiferen mit poröser und solchen mit compacter Kalkschale scheint allerdings nirgends vorzukommen, dagegen haben wir oben bei dem Cornuspiridentypus gesehen, dass sich aus dem sandschaligen *Ammodiscus* einerseits die compacte Cornuspiridenreihe, andererseits die poröse Spirilliniden-reihe entwickelt und offenbar haben wir es hier mit einem durchaus analogen Falle zu thun. Wie früher erwähnt wurde, kommen im Kohlenkalke auch sandige Schalen vor, welche mit *Fusulinella* soweit übereinstimmen, dass sie von dieser Gattung nicht getrennt

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

werden, und wir befinden uns also hier abermals an dem Übergange von der agglutinirenden zur kalkigen Entwicklungsstufe; *Fusulinella* stellt die compacte, *Fusulina* mit Verwandten die poröse Reihe dar, welche sich beide aus gemeinsamer Wurzel entwickeln. So sehen wir auch hier wieder, dass die Auffassung, welche die Sandschalen als die ursprünglichen Typen betrachtet, allein eine einfache und naturgemässe Deutung dieser scheinbar so verwickelten und schwierigen Verhältnisse gestattet.

5. Zusammenfassung.

Aus den älteren paläozoischen Ablagerungen sind nur überaus wenige Foraminiferen bekannt, in grösserer Menge treten dieselben zuerst im Kohlenkalke auf und diese älteste reichere Fauna enthält eine sehr grosse Menge weit von einander verschiedener und hoch differenzirter Typen, ja fast alle wichtigeren Abtheilungen sind hier schon in wohl charakteristischen Vertretern nachgewiesen. Es ist demnach der Versuch vollständig aussichtslos, einen Stammbaum der Foraminiferen durch unmittelbare Zurückverfolgung aller einzelnen Reihen auf eine gemeinsame Stammform herzustellen, eine Erscheinung, welche sich bei allen Classen der Wirbellosen wiederholt, welche in dieser Richtung näher geprüft worden sind.

Trotzdem liegen zahlreiche Anhaltspunkte zur Beurtheilung der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse vor, es zeigte sich, dass in der Kohlenkalkfauna eine verhältnissmässig überaus grosse Menge von agglutinirenden Formen vorhanden ist, dass ferner eine Anzahl von Gruppen, die heute scharf von einander geschieden sind, in der paläozoischen Zeit durch vollständige Übergänge verbunden sind. Die nähere Untersuchung ergab, dass die kalkschaligen Formen weit mannigfaltiger entwickelt und theilweise mit viel höher ausgebildetem Gehäuse ausgestattet sind, als die sandschaligen, und dass Übergänge zwischen beiden Gruppen nur in der Weise stattfinden, dass die tiefststehenden Kalkschalen mit agglutinirenden Formen in Zusammenhang stehen und dass alle Verhältnisse dafür sprechen, dass die ersteren sich aus den letzteren entwickelt haben. Die einzelnen Formenreihen der kalkigen Typen konnten in die sandige Entwicklungsstufe zurückverfolgt werden, und es zeigte sich in zwei Fällen, dass sich von

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ein und derselben sandigen Grundform einerseits eine poröse, anderseits eine compactschalige Reihe von kalkigen Gehäusen entwickelt. Endlich ergibt sich, dass die ganz unregelmässig gestalteten Astrorhiziden als der ursprünglichste Typus der Foraminiferen betrachtet werden müssen.

Auf diese Weise konnte ein den natürlichen Verhältnissen entsprechendes System der ganzen Abtheilung aufgestellt werden, welches sich von den jetzt in der Regel üblichen Eintheilungsarten vorwiegend durch die Berücksichtigung der Bedeutung der agglutinirenden Typen und durch die Ablehnung einer ausschliesslichen oder ganz vorwiegenden Berücksichtigung der Schalenstructur kennzeichnet. Wir sehen eine Anzahl von Formenreihen sich von dem ursprünglichen Ausgangspunkte einer irregulär agglutinirenden Form entfernen, und parallele Abänderungsrichtung einschlagen, so dass die höchst organisirten Vertreter der einzelnen Stämme in vielfacher Beziehung Analogie und Ähnlichkeit zeigen. Natürlich macht sich aber eine solche Differenzirung und ein Fortschritt durchaus nicht bei allen Foraminiferen geltend; die Astrorhiziden scheinen nach der Schale zu urtheilen, von Silur bis heute keine namhafte Ausbildung zu höherer Gestaltung erlitten zu haben. Auf jedem Entwicklungsstadium ist eine namhafte Zahl von Formen zurückgeblieben und hat sich so bis heute erhalten, und da bei der ausserordentlichen Veränderlichkeit aller dieser Thiere sich um jeden Typus ein Varietätenkreis von grösster Vielgestaltigkeit gruppirt, so gewinnt es in der That den Anschein, als ob die ganze Menge der Foraminiferen eine chaotische Masse schwankender Gestalten darstellte. In Wirklichkeit aber ist auch hier eine einfache genetische Gliederung und eine Anzahl fester Typen vorhanden, deren Existenz um so merkwürdiger erscheint, als hier das die Beständigkeit der Gruppen unter den höheren Thieren festigende Band der sexuellen Fortpflanzung zu fehlen scheint.

Die Frage, ob die erzielten Ergebnisse über das morphologische Verhalten der einzelnen Gruppen zu einander und das geologische Vorkommen der einzelnen Übergangstypen, sich der Annahme eines Abstammungsverhältnisses günstig gestalten, kann entschieden in bejahendem Sinne beantwortet werden, da die Verwandtschaftsverhältnisse eine einfache Verzweigung, ent-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sprechend den Linien eines Stammbaumes zeigen, die wichtigsten Übergangstypen, wie *Endothyra*, *Nodosinella*, *Agathammina*, *Fusulinella Struvei* sich schon in sehr alten Schichten finden und in diesen die agglutinirenden Formen stark zunehmen.

Ein zusammenfassender Rückblick auf die Verwandtschaftsverhältnisse der einzelnen Foraminiferengruppen zu einander scheint hier überflüssig, alle wichtigeren Beziehungen treten in der nachfolgenden Tabelle genügend hervor, welche die einzelnen grossen Hauptreihen zu verfolgen gestattet.

INHALT.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse unter den Foraminiferen.

Irregulär agglutinirende Entwicklungsstufe	Astrorhiziden			
Regulär agglutinirende Entwicklungsstufe	*A.* Cornuspiriden-Typus. *Ammodiscus.* *Silicina.* *Agathammina.*	*B.* Textilariden-Typus. Agglutinirende Textilariden.	*C.* Lituoliden-Typus. *Lituola* im weitesten Sinne (*Haplophragmium, Haplostiche, Reophax* u. s. w.) *Trochammina.* *Endothyra.* *Stacheia.* *Nodosinella.* u. s. w.	*D.* Fusuliniden-Typus. *Fusulinella* p. p. Agglutinirende Formen. (Vermuthlich an *Endothyra* anschliessend.)
Kalkige Entwicklungsstufe	*A.* Cornuspiriden-Typus. (Perforat und imperforat.) 1. Imperforate Reihe. *a)* Cornuspirinen. *Cornuspira.* *b)* Miliolinen. *Ophthalmidium.* *Planospirina.* *Spiroloculina.* *Biloculina.* *Triloculina.* *Quinqueloculina.* *c)* Peneroplidinen. *Hauerina.* *Vertebralina.* *Pneroplis.* *Orbiculina.* *Orbitolites.* ?*d)* Alveolinen. 2. Perforate Reihe. Spirilliniden. *Spirillina.* *Involutina.* *Problematina.*	*B.* Textilariden-Typus. (Perforat.) Kalkschalige Textilariden. ? Chilostomellen ?	*C.* Lituoliden-Typus. (Perforat.) 1. Nodosarien-Reihe. Nodosariden. (Lageniden.) 2. Endothyren-Reihe. *a)* Zweigreihe der Polystomelliden. *Nonionina.* *Sphaeroidina.* *Polystomella.* *b)* Zweigreihe der Globigeriniden. *Globigerina.* *Pullenia.* *Orbulina.* *c)* Zweigreihe der Rotaliden. *aa)* Rotaliden. *Cymbalopora.* *Discorbina.* *Planorbulina.* *Truncatulina.* *Pulvinulina.* *Rotalia.* *Calcarina.* *Amphistegina.* *Tinoporus.* *Carpentaria ?* ? *bb)* Cycloclypeiden. *Cycloclypeus.* *Orbitoides.* ? Nummulitiden. *Operculina.* *Nummulites.*	*E.* Fusuliniden-Typus. (Perforat und imperforat.) 1. Imperforate Reihe. *Fusulinella.* 2. Perforate Reihe. *Fusulina.* *Hemifusulina.* *Schwagerina.*